2

(19)日本四 許庁 (JP) 2 Þ

噩 菲 早 Þ 概  $\mathfrak{S}$ 

特開2002-352225 (11)特許出數公開番号 (P2002-352225A)

(43)公開日

平成14年12月6日(2002.12.6)

(51) Int.CI. GOST G08G 1/16 1/00 7/00 300 330 機別記句 GOST G08G 1/16 1/00 7/00 300E C 330A テーマコード(参考) 96079 5H180 5B057

毒 強 遊 求 未 遊 求 遊 求 通 の 数 9 O L ( 全 14 頁)

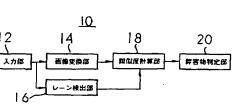
(22) LLIMA EI (21)出魔珠字 平成13年5月23日(2001.5.23) 特觀2001-154569(P2001-154589) (71)出版人 000003078 (74)代理人 (72) 発明者 (72) 発明者 100059225 武田 信之 10年 株式会社東芝 外理, 其一周二四年子(A13名) 式会社東芝研究開発センター内 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番炮 式会社東芝研究開発センター内 東京都港区芝油一丁目 1 串 1 号 中族川県川崎市幸区小向東芝町1番地 最終其に扱く 奪 槟

## (54) [発配の名称] 障害物域出数置及びその方法

(57) (財表)

いても、先行中や歩行者等の障害物を高精度に検出す や周辺環境が路面に映り込みが発生している状況下にお 【製題】 雨天時のような道路面が濡れた状態で障害物

から得られる画像の特徴から道路上の走行レーンを被出 **りカメラ1画像を奴換する画像奴換部14と、カメラ2** 既の扱から障害物を改出する障害物判定部20とからな 処理領域間の類似度を各々求める類似度計算第18と、 **丼ぬフーツ夜班第16カ、フーツ内の筬浜の画碗シイツ** メラ 2 画像の対応する画染点に変換する画像変換下によ 部12と、カメラ1画像の道路面領域内の画界点を、カ 類似度計算部18で求められる道路領域上の2つの類似 像の処理領域間の類似度とカメラ2画像及び変換画像の を行う処理領域を散定し、カメラ1頭像及びカメラ2面 メラ2回像間、カメラ2回像一変被画像間の画像間波算 【解決手段】 2 台のカメラから画像を入力する画像入力 口部物が道路面と接地するとしてカメラ1画像ーカ



【特許請求の範囲】

障害物模田装置において、 通の視野にある基準平而上に存在する障害物を検出する 【請求項1】2台のカメラを用いて、これらカメラの共

前記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力す

変換に基力いて、第1画像を変換画像へ変換する画像変 10 されたものであって、第1画像の基準平面領域内の任意 基準平面と前記2台のカメラの幾何学的関係から導きⅡ の画案点を、第2画像の対応する画案点へ変換する画像

る類似度計算手段と、 の関数であって、両画像の類似性を示す類似度Pを求め 換画像との画像間演算の処理領域間における画像縦方向 画像ラインを画像擬方向に移動させながら第2画像と変 第2画像の処理領域間における画像縦方向の関数であっ 物と基準平面との接地線であると仮定して、前記画像ラ て、両画像の類似性を示す類似度Dを求め、また、前記 との画像間演算の処理領域を複数設定して、第1画像と インを画像縦方向に移動させながら第1画像と第2画像 第2画像の所定の領域内の任意の画像ラインが前記障害

度Dと類似度Pに基づいて前記障害物を検出する障害物 前記類似度計算手段で求められた基準平面領域上の類似

を有することを特徴とする障害物検出装置。 【請求項2】前記障害物判定手段は、

項1記載の障害物検出装置。 前記障害物が存在すると判断することを特徴とする請求 度Dと類似度Pとの差Kを求め、この差が大きい位置に 前記類似度計算手段で求められる基準平面領域上の類似

の幅や高さを設定することを特徴とする請求項1、2記 第2画像上の画像縦方向の位置に基づいて前記処理領域 戦の障害物検出装置。 【請求項3】前記類似度計算手段において、

る類似度の差Kが存在しないときには障害物が無いと 全ての画像縦方向について予め設定された岡値以上とな 【請求項4】前記障害物検出手段において、

物を検出することを特徴とする請求項 2 記載の障害物数 存在するときには、前記関値以上のKの領囲で前記障害 40 画像縦方向について前記閾値以上となる類似度の差Kが

前記障害物判定手段において、 る処理領域で各々類似度Di . 類似度Piを求め、 種類の異なる関数を用意して、前記各関数によって決ま 処理領域の幅、高さを決めるn(但し、1<1=<n) 【請求項5】前記類似度計算手段において、

の検出した障害物位置の全て、一部、または、最も前記 50 Ⅰ 、類似度PⅠ 、から各々障害物位置を検出し、そ 前記各関数によって生成された処理領域毎の類似度D

12

値によって関値処理した結果をKih(y)とし、 y方向を画像銀方向として、K (y)に対しの以上の図 徴とする請求項1、2記載の障害物級出裝置。 両カメラに近い位置を前記障害物の位置とすることを特 【請求項6】前記障害物判定手段において、  $\sum K_{i,k}(y)=0$ 

それ以外の場合にはαを0から1の定数とし、 を満たす時に前記障害物が無いと判定し、

$$|\alpha \sum_{y} K_{th}(y) - \sum_{y} K_{th}(y)|$$

メラを用いて前記障害物をそれぞれ検出し、 を特徴とする請求項2から4記載の障害物検出装置。 を騒小とするソロ を障害物の位置とする判定すること 【請求項7】3台以上のカメラの中から任意の2台のカ

最も近い障害物の位置を選択して出力することを特徴と 通の視野にある基準平面上に存在する障害物を検出する する請求項1から5記載の障害物検出装置。 前記複数の障害物の検出結果、または、これらカメラに 【請求項8】2台のカメラを用いて、これらカメラの共

る画像入力ステップと、 前記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力す 韓田物被田方法において、

変換に基づいて、第1頭像を変換画像へ変換する画像変 の画珠点を、第2画像の対応する画森点へ変換する画像 |基準平面と前記2台のカメラの幾何学的関係から導き出 されたものであって、第1回像の基準平面領域内の任意

像縦方向の関数であって、両画像の類似性を示す類似度 Pを求める類似度計算ステップと、 画像と変換画像との画像間波算の処理領域間における画 であって、両画像の類似性を示す類似度Dを求め、ま 画像と第2画像の処理領域間における画像擬方向の関数 物と基準平面との接地線であると仮定して、前記画像ラ 第2画像の所定の領域内の任意の画像ラインが前記障害 た、前記画像ラインを画像擬方向に移動させながら第2 2画像との画像川淡算の処理領域を複数設定して、第1 インを画像縦方向に移動させることにより第1画像と第

害物判定ステップと、 前記類似度計算ステップで求められた基準平面領域上の 類似度Dと類似度Pに基プいて前記障害物を検出する時

を有することを特徴とする障害物検出方法。

**阿書物検出方法をコンピュータによって実現するプログ** 通の視野にある基準平面上に存在する障害物を検出する 【請求項9】2台のカメラを用いて、これらカメラの共

前記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力す

学的関係から導き出されたものであって、第1画像の基 **帯平面倒域内の任意の画業点を、第2画像の対応する画 森点へ変換する画像変換に基づいて、第1画像を変換画** る画像入力機能と、基準平価と前記2台のカメラの幾何 像へ変換する画像変換機能と、

画像と第2画像の処理領域間における画像縦方向の関数 第2回像の所定の領域内の任義の画像ラインが前記障害 物と基準平而との接地線であると仮定して、前記画像ラ インを画像擬方向に移動させることにより第1画像と第 2 画像との画像開演算の処理領域を複数設定して、第1 像縦方向の関数であって、両画像の類似性を示す類似度 た、前記画像ラインを画像縦方向に移動させながら第2 阿像と変換阿像との阿像田濱算の処理領域国における画 であって、両画像の類似性を示す類似度Dを求め、ま Pを求める類似度計算機能と、

度Dと類似度Pに基づいて前記障害物を検出する障害物 判定機能と、をコンピュータによって実現することを特 前記類似度計算機能で求められた基準平面領域上の類似 **徴とする障害物検出方法のプログラム。** 

[発明の詳細な説明]

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、主として、自動車 の安全選転の支援や自動走行を実現するために、車載力 メラにより、先行車、駐車車両、歩行者等、道路上に存 任する障害物を検出する障害物検出装置及びその方法に

[0002]

【従来の技術】障害物を検知するための技術は、レーザ や超音波等を利用するものと、TVカメラを利用するも 超音波を利用するものは超音波の解像度が低いため、陥 害物の検用精度に問題がある。また、レーザや超音被等 を川いる能動センサ単独では走行レーンの認識ができな のに大別できる。レーザを科川するものは高価であり、

[0003] これに対し、TVカメラは比較的安価であ り、解像度や計測精度、計測範囲の而からも障害物検出 カメラを用いる場合、1台のカメラを使用する方法と複 に適する。また、北行レーンの認識も可能である。TV 数台のカメラ(ステレオカメラ)を使用する方法があ

スチャ等の情報を手がかりにして道路領域と障害物領域 【0004】1台のカメラを使用する方法は、そのカメ ラで撮影した1枚の画像から、阿度や色、あるいはテク

存在するため、この方法で解害物領域と道路領域を切り 50 [0005] 例えば、画像中で彩度の低い中程度の輝度 それ以外の領域を暗害物領域とする。しかし、道路と似 た順度、色、あるいはテクスチャを持つ障害物も数多く 領域、つまり灰色の領域を抽出し道路領域を求めたり、 テクスチャの少ない領域を求めて、道路領域を抽出し、

分けるのは困難である。

【0006】これに対し、複数台のカメラを用いる方法 は3次元情報を手がかりにして陥害物を検出する。この 方法は一般に「ステレオ税」と呼ばれる。 【0007】ステレオ祝とは、例えば2つのカメラを左 右に配置し、3次元空間中で同一点である点を左右画像 や姿勢等を予め求めておくと、ステレオ机により画像中 の任意の点の道路平面からの高さが得られる。このよう 間で対応づけ、三角樹脂の要領で、その点の3次元位置 を求めるものである。各カメラの道路平面に対する位置 にすることにより、高さの有無によって障害物領域と道 1台のカメラを川いる場合のような問題を回避すること 路領域を分離することができる。ステレオ視によれば、 が可能である。

上の任意の点のステレオカメラに固定した座標系(以下 味し、計算コストが極めて高いという問題がある。対応 【0008】しかし、道常のステレオ視には、対応点標 楽という問題がある。ステレオ視とは、一般的には画像 ではステレオカメラ座標系と呼ぶ) に対する3次元位置 を求める技術である。対応点探索は空間中で同一である 点を左右の画像川で対応づける際に必要な探索計算を意 点探索は、ステレオ視の実用化を妨げる要因の一つとな っている。

【0009】この点、特開2001-76128や特開 ラを用いながらも対応探索処理を行うことなく、非常に 高速に道路上の障害物を検出する方法(以下、従来手法 2000-293693で示される手法はステレオカメ と呼ぶ)を提供している。

他方のカメラ画像(カメラ2画像)の道路而領域上の対 を画像変換丁により変換した画像(変換画像)とカメラ 【0010】これらの従来手法では、道路面を平面と仮 定し、ステレオカメラと道路面の幾何学的関係からある カメラ画像(カメラ1画像)の道路面領域上の画業点を 応画素点に対応付ける画像変換工を求め、カメラ1画像 2.回像の違いから障害物を検出している。 つまり画像変 換Tによって、カメラ1画像に映っている道路面領域上 の任意の画案は正しくカメラ2画像の対応画案に変換さ 物)領域上の画案は正しく対応画案に変換されないこと から、その差をとることにより障害物を高速に検出して れるのに対し、高さを持っている物体(すなわち障害

[0011]

**【発明が解決しようとする課題】しかしながら、雨天時** の満れた路面の様に、韓容物や道路周辺の構造物、環境 の映り込みが生じている場合には、道路而上で高さが0 以外の物体を検出する従来手法では正しく障害物を検出 することができなかった。

数によって虚像は正しく対応画案に変換されないためで 【0012】なぜなら、路面への吹り込みは仮机的に負 の高さを持つ物体と見做せるためであり、前記の画像変

【0013】そこで、本発明は上記事情を鑑みてなされ たもので、従来手法と同様のステレオ対応付けが必要無 いといった特徴を持ちながら、道路而に映り込みが生じ た場合にも正しく障害物を検出できる障害物検出装置及 びその方法を提供する。

9 の処理領域を複数散定して、第1画像と第2画像の処理 **単平面上に存在する障害物を検出する障害物検出装置に** 【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、2台 のカメラを用いて、これらカメラの共通の視野にある基 **おいて、危記両カメラから第1画像と第2画像がそれぞ** 画像の基準平面領域内の任意の画案点を、第2画像の対 **応する陋業点へ変換する副像変換に基づいて、第1画像** を変換画像へ変換する画像変換手段と、第2画像の所定 向に移動させながら第1画像と第2画像との画像間演算 領域間における画像経方向の関数であって、両画像の類 似性を示す類似度Dを求め、また、前記画像ラインを画 **像縦方向に移動させながら第2画像と変換画像との画像** 手段と、前記類似度計算手段で求められた基準平面領域 る障害物判定手段と、を有することを特徴とする障害物 れ入力する画像入力手段と、基準平面と前記2台のカメ の領域内の任意の画像ラインが前記障害物と基準平面と の接地級であると仮定して、前記画像ラインを画像縦方 て、両画像の類似性を示す類似度Pを求める類似度計算 **ラの幾何学的関係から導き出されたものであって、第1** 上の類似度Dと類似度Pに基づいて前記的音物を検出す 間演算の処理領域間における画像擬方向の関数であっ

は、前記類似度計算手段で求められる基準平面領域上の 類似度Dと類似度Pとの差Kを求め、この差が大きい位 置に前記障害物が存在すると判断することを特徴とする [0015] 請求項2の発明は、前記障害物判定手段 請求項1記載の障害物検出装置である。

おいて、第2画像上の画像縦方向の位置に基づいて前記 処理領域の幅や高さを設定することを特徴とする請求項 【0016】 請求項3の発明は、前記類似度計算手段に 1、2 記載の障害物検出装置である。

おいて、全ての画像擬方向について予め設定された関値 【0017】 請求項4の発明は、前記障害物検出手段に **哦の差Kが存在するときには、前記岡値以上のKの範囲** 以上となる類似度の差Kが存在しないときには障害物が 無いとし、画像縦方向について前記図値以上となる類似 で前記障害物を検出することを特徴とする請求項2記載 の障害物検出装置である。

を求め、前記障害物判定手段において、前記各関数によ 【0018】請求項5の発列は、前記類似度計算手段に =<n)種類の異なる関数を用意して、前配各関数によ おいて、処理領域の幅、高さを決めるn (回し、1<1 って決まる処理領域で各々類似度DI 、類似度 BI

特開2002-35225

Ŧ

位置を前記障事物の位置とすることを特徴とする請求項 物位間の全て、一部、または、最も前記両カメラに近い 1 、から各々障害物位置を検出し、その検出した障害 って生成された処理領域毎の類似度D1,類似度P 1, 2 記載の障害物検出装置である。

【0019】 請求項6の発明は、前記障害物判定手段に おいて、y 方向を画像擬方向として、K (y) に対し0 以上の関値によって関値処理した結果をKih(y)と

[数3]

$$\sum K_{th}\left(y\right)=0$$

を潜たす時に前記障咨物が無いと判定し、それ以外の場 合には a を 0 から 1 の定数とし、

[数4]

$$|\alpha \sum K_{th}(y) - \sum K_{th}(y)|$$

を特徴とする間求項2から4配職の障害物検出装置であ を限小とするy 0 を障害物の位置とする判定すること

【0020】 額求項7の発明は、3台以上のカメラの中 から任意の2台のカメラを用いて前記障害物をそれぞれ 検出し、前記複数の障害物の検出結果、または、これら カメラに最も近い障害物の位置を選択して出力すること を特徴とする請求項1から5記版の障害物検出装置であ

の処理領域を複数設定して、第1画像と第2画像の処理 て、これらカメラの共通の視野にある基準平而上に存在 へ変換する画像変換ステップと、第2画像の所定の領域 内の任意の画像ラインが前記障害物と基準平而との接地 助させることにより第1画像と第2画像との画像間演算 似性を示す類似度Dを求め、また、前記画像ラインを画 する障害物を検出する障害物検出方法において、前記両 カメラから第1画像と第2画像がそれぞれ入力する画像 入力ステップと、基準平而と前記2台のカメラの幾何学 的関係から導き出されたものであって、第1回像の基準 平面領域内の任意の画紫点を、第2画像の対応する画紫 点へ変換する画像変換に基づいて、第1画像を変換画像 **数であると仮定して、⋔記画像ラインを画像縦方向に移** 領域間における画像縦方向の関数であって、両画像の類 像縦方向に移動させながら第2画像と変換画像との画像 [0021] 請求項8の発明は、2台のカメラを用い 間液質の処理領域間における画像縦方向の関数であっ

て、両画像の類似性を示す類似度Pを求める類似度計算 ステップと、前記類似度計算ステップで求められた基準 を検出する障害物判定ステップと、を有することを特徴 平面領域上の類似度Dと類似度Pに基づいて前記障害物 とする障害物検出方法である。

[0022] 請求項9の発明は、2台のカメラを用い

S

四部物域出方法のプログラムである。 段Pに基プいて前記障害物を検出する障害物判定機能 計算機能で求められた基準平面領域上の類似度Dと類似 を示す類似度Pを求める類似度計算機能と、前記類似度 間における画像観方向の関数であって、両画像の類似性 せながら第2画像と変数画像との画像間資料の処理質域 Dを求め、また、前記画像ラインを画像縦方向に移動さ 像挺方向の関数であって、両画像の類似性を示す類似度 数法して、第1画像と第2画像の処理領域間における画 り第1 画像と第2 画像との画像間演算の処理領域を複数 て、前記画像ラインを画像縦方向に移動させることによ 像飲換機能と、第2回像の所定の領域内の任義の画像ラ 画像炎核に基力いて、第1画像を炎痰画像へ変換する画 任意の画界点を、第2画像の対応する画界点へ変換する き出されたものであって、第1回像の基準平面領域内の 第1画像と第2画像がそれぞれ入力する画像入力機能 よって実現するプログラムにおいて、前記両カメラから する障害物を使出する障害物使出方法をコンピュータに と、をコンピュータによって爽現することを特徴とする インが前記障害物と基準平面との接地数であると仮定し て、これらカメラの共通の祝野にある基準平面上に存在 基準平面と前記2台のカメラの数向学的関係から導 20 =

従い説明する。 【発明の玫飾の形態】以下で、本発明の玫施例を図面に

(0023)

する先行中や歩行者等の障害物を検出する状況を想定し ぶ) が道路面(基準平面)土を走行し、道路面上に存在 を搭載した単(ステレオカメラを搭載した単を自単と呼 【0024】本浜施例では、左右2台のステレオカメラ

物料定部20から構成される。これら各数部は、コンピ る機能が実現される。 ュータに記憶されたプログラムによって、下記で説明す 数第14、アーン改出第16、類似度計算第18、四音 10の機略構成を示すもので、画像入力部12、画像変 【0025】図1は、本実施例における障害物検出装置

【0027】(画像入力部12)画像入力部12は単両 [0026] 以下各郷の評価について説明する。

上に固定された2台のカメラ(ステレオカメラ)から画\*

[数5]

$$\begin{bmatrix} z_1 \\ y_L \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ Z \end{bmatrix}$$

カメラ1のカメラパラメータも同様に4×3の行列で表

\* (資を入力する (図2 参照)。

として無視できる範囲では、必ずしも満たす必要は無 えば、回転補正等)が可能な範囲や、後述の処理で誤差 は光樹が平行で、光軸に関して回転が無いものとする。 領域間で類似度を求めることになるため、2台のカメラ と仮定して、この2台のカメラで得られた画像上の対応 【0029】但し、この条件は、カメラ画像の補正(例 【0028】後述するように、路面上に平面があるもの

変換によってカメラ1画像を変換して変換画像を生成す **ナレオカメラと道路面の数何学的関係から導き出される** 【0030】(画像変換部14)画像変換部14は、ス

応付けるような画像変換である(図3参照)。 A 2 としたときに、画案点A 1 を画案点A 2 に対 た道路面上の任故の点Aを各々画像上の座標でAi, 【0031】この変換は、カメラ1とカメラ2で撮像し

手法で群述されている。 る。このような画像変換の求め方の例は、前記した従来 をカメラ2の視点に変換するような画像変換となってい 【0032】 つまり、道路面領域に関してカメラ 1 画像

によって障害物を見つけ出している (図4参照)。 計算して、この歪みによって生じる相違を検出すること 換される。これに対し、空間中で高さのある物体は画像 中で倒れ込むような歪みを伴って変換されることを利用 道路面上の画案は画像変換Tによって正しく対応点に変 し、カメラ2画像とカメラ1画像の変換画像の差分等を 【0034】ここで、脳像変数下について説明する。 【0033】この従来手法では、カメラ1画像における

像(基準画像)の道路画の位置に等しくなるように、数 の位置(画像中の投影位置)を、カメラ2で得られた画 何的な奴換を行うことが可能である。 【0035】一般に、カメラ1で得られた画像の道路面

ないめる。 式のような4×3の行列で表現できるとする。ここで (X, Y, Z) は空間座標であり、(x, y) は画像座 [0037] 【0036】例えば、カメラ2のカメラパラメータが次

3 413 914

2

特開2002-352225

5

$$\begin{array}{ccc}
q_{14} & X \\
q_{24} & Y \\
q_{24} & Z
\end{array}$$
(2)

このとき、道路而上の点の拘束条件は次式で与えられ 【数7] [0039]

$$\begin{bmatrix} a & b & c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = 0$$

y 1) から(x 2、y 2) に変換する次式の関係が得ら (1) (2) (3) 式を運立して解くと、 (x),

\* [0040]

【数8】

$$\begin{bmatrix} \tau_{11} & \tau_{12} & \tau_{13} \\ \tau_{21} & \tau_{22} & \tau_{23} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_j \\ y_j \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \tau_{31} & \tau_{32} & \tau_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

4

5

あれば (4) 式により、カメラ1の画像の位置から、 れないことを示している。 たさないので、(4)式の変換では、同じ位置に変換さ にいえば、道路平面上に無い点は、(4)式の関係を満 メラ2の画像の位置に変換できることを示している。逆 この式が画像変換でである。そして、道路平面上の点で t

9個の値を記憶すればよい。 て、変換パラメータとしては、 r 1 1から r 3 3までの されていれば固定値になることも明らかである。従っ 【0041】この変換パラメータは2つのカメラが固定

は、カメラ2画像から障害物を含むような道路上の走行 レーン低減を仮出する。 【0042】 (フーツ夜三等16) フーツ夜三舞16

Hough変換等の処理で得られる自線検出結果を用い て見つけ出された自車前方の走行レーン内や、その隣接 レーン内の領域などである。 【0043】例えば、カメラ2画像に対しエッジ検出、

して説明を進めていく。 るために、走行レーンを検出して得られるレーンを想定 クである必要は無い。しかし、以下では説明を簡単にす あれば、通常自録によって明示的に示されるレーンマー いてもかまわない。但し、道路面上の領域を検出可能で 【0044】レーン検出手法は既存のいかなる手法を用 8

は、もちろんそのレーン検出結果を用いてもよい。 き等を求め画像変換下の補正を行っているような場合に メラ 2 画像のレーン検出結果から自山の振動や路面の傾 [0045] また、従来手法のようなカメラ1画像、カ

は、ワーン検出部16で得られたワーン検出結果から 【0046】(類似度計算部18) 類似度計算部18で (画像上の) フーン領域内の様々な画像ラインで、道路 50

**像周及びカメラ2画像一変換画像間の割似度を計算す** ら次々と処理領域を設定し、カメラ1画像-カメラ2画 **面上にある大きさの障害物が存在するものと仮定しなが** 

縦方向をいう ×軸方向とは画面の模方向をいい、y軸方向とは画面の 【0047】処理領域の設定例を図5に示す。ここで、

面)は、カメラから障害物までの距離に対し、平面と見 次々と設定する。 障害物平面と道路の接地線と仮定し、この接地線の幅 ン(×鱼に平行なライン)にしって、これらのシインを 傲せるものとする。このときレーン領域内の各画像ライ y 座標値からカメラ2画像上における矩形の処理領域を し、その障害物の表面(つまり画像として機像される (国領土での×曲方向のフーン語になる) や画領土での 【0048】自車のほぼ前方に障害物が存在するものと

領域の高さは、前記ソ座標値から決定する。これらはレ レーン幅または前記y座標値から決定する。また、処理 ラインに殴らず、×軸に対し低忿していてもよい。 接地線を示すものであれば、上記のような×軸に平行な ーン幅またはy座標値の関数として表し、この関数は検 【0050】処理筋域のレーン内における位置と幅は、 【0049】なお、画像ラインは、障害物平而と道路の

出したい障害物の大きさの範囲から適当に決める。 るカメラ1 画像と変換画像上の領域を設定する。 【0051】次に、カメラ2画像上の処理領域に対応す

短板とする。 Tの逆変換T−1によって変換した同一の大きさを持つ メラ 2 画像上の処理領域の下端を画像変換に用いた変換 【0052】カメラ1画像上の対応する処理領域は、カ

いる。変換画像上の処理領域はカメラ2画像の領域と画 (つまり処理領域の最下部の画像ライン) におけるステ レオカメラによって生じる視説を相殺する変換となって [0053] ここで、逆変換T-1は、仮定する接地線 像上の座標が同一となる領域とする。

n) &SAD (Sum of Absolute Dif 10 [0054] これらの設定した領域に対し、カメラ1画 像一カメラ2画像間、カメラ2画像一変換画像間の各々 ference), SSD (Sum of Squar c Difference) 等を類似度として用いるこ で類似度を計算することになる。正規化相互相関(no rmalized crosscorrelatio とが可能である。

[0055] (韓密物判定部20) 韓密物判定部20で は、類似度計算部18で求めたカメラ1画像-カメラ2 画像間の類似度 (類似度Dと呼ぶ)、カメラ2画像一変 **換画像間の類似度(類似度Pと呼ぶ)を用い、** K=類似度D-類似度P

[0056] (具体例)以下ではいくつかの典型的な路 面の状態を考え、式(5)からどのように障害物を検出 から障害物を検肌する。

[0057] ここでは前方の道路面上の道路領域に附害 物があり、下記の4つの路面状態を考える。 するのかを説明する。

の表示のような画像上で2次元的なパターンとなって現 【0058】・第1の路面状態・・・「止」や速度制限 れる模様がある場合(図6参照)。

[0059]・第2の路面状態・・・路面に模様が殆ど 無い場合 (図7参照)。 [0060]・第3の路面状態・・・停止線や路面の繋 目、道路側壁や周辺の構造物の影により、路面上に一次 元的な強いパターンがある場合(図8参照)。

【0061】・第4の路面状態・・・雨天時のような路 面が濡れた状態で、障害物や周辺構造物の虚像が路面上 に映り込む場合(図9参照)。

り、値が大きい程類似度が高いものとして説明する。ま た前述のように税列を簡単にするために、カメラ1画像 -カメラ2画像間の類似度を類似度D、変換画像-カメ [0062] なお、以下では類似度は0~1の値をと ラ2回像間の類似度を類似度Pと呼ぶ。

まず、はじめに、図6のように「止」や速度制限の表示 やマンホール等の、画像上で2次元的なパターンとなっ て現れる模様(テクスチャ)がある場合について説明す [0063] (5) 第1の路面状態

[0064] 図6の各画像上の破線によって示した矩形 は、カメラ2画像上で設定した処理領域と、それぞれ対 応する処理領域の代表的な例を示している。

(y)、類似度P (y)、類似度D (y) -類似度P [0065] これらの対応する処理領域間で類似度D

【0066】縦軸は対応するカメラ2画像のy 座標 (画 象経方向の座標)、横軸を類似度あるいは類似度の差を (y)を計算した結果例を図中右側に表している。

チャがあるとき (図中の領域a)、類似度D (y) は処 **明領域の限下部 (つまり仮定した車両と路面の接地線で** て変換されているため一致するが、処理領域内のそれ以 外の部分は仮定(つまり平面)を満たさないため処理節 【0067】処理領域内の路而上に強い2次元的テクス ある画像ライン)はステレオカメラによる祝差を考慮し 域内の殆どでテクスチャが一致せず小さな値をもつ。

[0068] 一方、類似度P (y) は、カメラ1画像の 路面上の画素が正しくカメラ2画像に対応する画業に変 換されることから、2つの処理領域間で画像パターンが 一致し、高い値を持つことになる。

て処理領域を変えていくと、処理領域を設定した際の仮 定(障害物と道路面の接地線)と画像中の障害物の接地 位置が一致した時(図中の領域c)に類似度D(y)は 歪みを持って変換されているため、類似度P (y) は小 高い値を持ち、変換画像上の障害物は画像変換によって 【0069】次々とy軸方向に沿って画像ラインを変え さな値をもつことになる。 20

c)では、使用する類似度の特性にもよるが、例えば正 規化相互相関の場合には中間的な値を持ち、図中のグラ [0070] これらの中間的な処理領域(図中の領域 フのような類似度を持つ事になる。 [0071] 従って、このような路面状態においては類 以度D(A)についてピーク位間探索等の解析を行えば 障害物を検出することも可能であるが、同様に式(5) を用いても検出可能である。

次に、図7のような路面に模様が殆ど無い場合について [0072] (2) 第2の路面状態 説明する。

ら第4の路面状態については対象とする処理領域が路面 しても第1の路前状態と違いはない。このため、第2か [0073]なお、接地級と障害物平面の仮定がほぼ一 **致する場合 (図中c) は、路而の状態が異なっていたと** を含んでいるときに限定して説明する。

【0074】類似度P(y)は第1の路面状態と同様に 高い値を持つ。 [0075] 類似度D(y)は、類似度として使用する め小さな値を持つ。また、SAD、SSDのように正規 化を行わない統計 肚では、カメラ1とカメラ2の光学的 統計量によって異なってくる。例えば、路面の様に一様 で殆ど特徴の無いテクスチャは、正規化相互相関ではほ ば無相関の信号の相互相関として扱われることになるた な特性がほぼ同じであれば、類似度は高く(つまりSA D, SSD値が小さい) なる。

の路面状態のように類似度D (y) からだけでは障害物 【0076】このため、使用する統計量によっては第1 2

を検出できないが、類似度P (y) が高く式 (5) は負

または小さな正の値をもつことになるため、式(5)に ついてピーク位置の探索等の解析を行えば障害物を正し く検出できることになる。

[0077] (3) 第3の路面状態

次に、図8のような路面上に停止線や道路の雑目、道路 周辺の構造物による影等の一次元的な強いテクスチャが 存在する場合について説明する。

場合(図中の領域3)について、本来、カメラ1画像と カメラ2回像のそれぞれの処理領域内のテクスチャには が、テクスチャが一次元的であるためその「ずれ」が類 【0078】処理領域内にこの強いテクスチャがあった ステレオ祝差による「ずれ」が生じているはずである 似度に反映されない。 [0079] したがって、仮定を満たしていない処理領 域にもかかわらず類似度ひ (y) が高くなり、類似度ひ (A) からだけでは障害物を正しく検出できないことが

元的か2次元的かによらず、カメラ1画像の路面テクス 20 し、割似度 b (y) は高い値を持つことになるため、第 【0080】しかしながら、路面上のテクスチャが一次 チャは画像変換によってカメラ2画像の対応画器と一致 1、類2の路面状態と同様に、式(5)からこのピーク 位置の探索等の解析を行うことによって障害物を検出す ることができる。

図9のような障害物や周辺構造物の虚像が路面上に映り [0081] (4) 第4の路面状態 込む場合について説明する。

の負の高さの物体によるステレオ視差による「ずれ」が [0082]仮に路而が鏡而と仮定した場合、見掛け上 つ。 一方、類似度 b (y) も、カメラ 1 画像上の映り込 みが高さを持つ物体同様、重みをもって変換されること 処理領域内に発生し、類似度D (y) は小さな値を持 になるため、小さな値をもつことになる。

合には、前述の純粋な鏡面反射が起きる場合に近い結果 路面は路面テクスチャに水敷による障害物や周辺環境に 【0084】鏡面反射成分が少ない場合には、第1、第 2の路面状態に近い結果となり、鏡面反射成分が多い場 [0083] 一般的に雨天時のような濡れた路面では、 よる鏡面反射成分を含んだ画像として撮像される。

(y) はどちらも近い値をもつため、類似度D(y)と **類以度 b (y) に対して式 (2) を適用し、ピーク位置** の探索等の解析を行えば障害物位置を検出することがで となる。いずれの場合も類似度D(y)と類似度P

[0085] (5) まとめ

(5) のピーク位置等の解析を行うことにより路密物を 以上をまとめると、自車のほぼ前方に障害物が存在する とき、上記第1から第4の全ての路面状態において、式

**検出することができることになる。** 

のは問題がある。このため式(5)の結果に対し國領処 は、式(5)のピーク位置を画像中の障害物位置とする 理をし、閾値以上の結果に対してのみピーク位置を探索 [0086] 但し、前方に障害物が存在しない場合に

使用しているカメラの特性から実際の距離情報等に変換 するなどして、警報装置10や自動車の制御位報として [0087] 障害物判定部20で求めた障害物位置は、 ひ、画像上での障害物位置として出力する。 用いられる.

[0088] (変更例1)以下、変更例について説明す

**率の格小画像(マルチスケール画像)を各々生成し、設** 数)を用いて使用するスケール画像を選択し、縮小画像 Lの対応領域で類似度D(y)及び類似度P(y)を求 像、カメラ2画像及び変換画像の1つ以上の異なる絡小 [0089] 類似度計算部18において、カメラ1画 定された処理領域の高さまたは幅あるいは而積(画案 め川力するようにしてもよい。

【0090】障害物を自車に近いと仮定した場合(画像 下部)には処理領域が大きくなるため、マルチスケール 処理は使用する画像処理装置10の演算性能が低い場合 や、類似度として用いる統計量の演算コストが高い場合 に特に有効である。

0では、式(5)に対し岡値処理をして昭舎物位置を決 [0091] (変更例2) 上記実施例の障害物判定部2 定していた。図6から図9で図示したように、式(5) は一般的に障害物位置を中心にして広がりを持つ。 [0092]従って、

[数9]

$$\sum_{i}K_{ih}\left(y\right)=0$$

を満たす時には陥害物は無いとして、閾値処理を行い、 それ以外のKinに対し、

[数10]

$$|\alpha \sum_{y} K_{th}(y) - \sum_{y} K_{th}(y)|$$

を最小とするy0 を求め、y0 を障害物位置として

8 では設定した処理領域に対して類似度D(y)及び類 [0094] (変更例3) 上記実施例の類似度計算部1 [0093] 但し、aは0から1の定数である。

ラ画像1または変換画像上で設定した処理領域のその周 【0095】カメラ2画像で設定した処理領域と、カメ め、その最大値を類似度D(y)または類似度P(y) 辺を処理領域を移動させながら最大となる類似度を求 以度P (y)を求めていた。 として出力してもよい。

【0096】特に、この処理は、従来手柱のような画像 変換丁の補正を行わず、自車の揺れや道路面の傾き等に

8

特開2002-35225

似度D(y)、 類似度P(y)から障害物位置を検出し y 座標館について1つの処理領域を設定して得られる数 8及び降海物判定路20では、カメラ2面像上の1つの 【0097】(変更例4)上記衷施例の類似度計算部1

審物位置を上記衷施例の障害物判定部20の処理によっ 伊に對皮供D(y)と對皮供P(y)を求めてから、腎 る関数を2つ以上用意し、各関数で散定される処理領域 メラ画像2の処理領域(の位置、幅、高さを)を決定す て各国数毎に行い路路物位温を求めてもよい。 【0098】これに対し、類似展計算部18においてカ

出力しても、あるいは複数の腎癌物位類を出力してもよ い。この位置情報を使用する即御裝置10の形態に応じ てどちらかを選択することになる。 【0099】この時、最も自中に近い四部物を選択して

メラ1画像及び変換画像上で同じ大きさの処理領域を数 8では、カメラ2画像上で処理領域を設定してから、カ 【0100】(変更例5)上記変施例の類似度計算部1

20

処理領域を設定してから、類似度D(y)と類似度P 定してから、カメラ1 画像と奴殻画像上で各々対応する 両接地線を共有する異なる大きさの2つの処理領域を数 【0101】これに対し、カメラ2画像上で仮定する単 (y) を求めても良い。

8では、類似既計算で使用する処理領域を全て矩形とし 【0103】これに対し、カメラ1回像、カメラ2回 【0102】(変更例6) 上記返施例の類似度計算部1

像、変換画像上の全てで、同じ形状の処理領域を持つの

30

同様の条件 (光軸平行、回転が無い) を満たすような第 いによって本発明の本質は何ら変わるものではない。 **る処理と同様の処理をカメラ3、カメラ2画像に対して** 3のカメラを自申に設置し、カメラ1とカメラ2に対す **ラについて浜施肉を説明してきたが、ステレオカメラと** であれば任意の領域形状を選んでもよい。 領域形状の追 【0104】(変更例7) 本発明では左右の2台のカメ

になるが、障害物位置を使う制御装置10に応じて、自 【0105】このとき2つの阿宙物位置が得られること 40 も同様に行い障害物位置を求めてもよい。

車に距離が近い障害物の位置または2つの位置情報を制 御情報として出力する。

道路面上の車両や歩行者を検出する交通監視システム が、例えば、地上の構造物にステレオカメラを固定して 置の計測等にも応用可能である。 や、FA応用における作業台面(基準平面)上の物体位 を申に搭載して障害物を検出することに関して記述した 【0106】 (変更例8) 本実施例は、ステレオカメラ

[0107]

天時の映り込みによる虚像の影響を受けることなく路面 ることにより、道路面に存在する様々なテクスチャや雨 の各々の対応領域間の類似度を求めて、その差を解析す テレオカメラ画像間、ステレオカメラ画像-変換画像間 応付けるような変換によって変換された画像を用い、ス メラ画像とステレオカメラ画像の道路領域間の画案を対 上の障害物を検出できる。 【発明の効果】以上により本発明であると、ステレオカ 【図面の簡単な説明】

構成である。 【図1】本発明の一実施例を示す障害物検出装置の全体

【図2】自単の形態の刻である.

【図3】画像変換を説明するための図である。

【図5】仮定する障害物と各画像の処理領域の関係であ 【図4】画像変換を説明するための図である。

い模様がある場合である。 【図6】第1の路面状態における路面上に2次元的な強

い場合である。 【図7】第2の路面状態における路面上に強い模様がな

い模様がある場合である。 【図8】第3の路面状態における路面上に1次元的な強

祝下の場合である。 【図9】第4の路面状態における映り込みが発生する状

【符号の説明】 障害物模出装置

画像入力部

画像愛陵部

フーソ夜三男

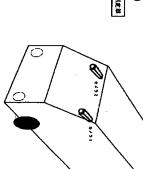
類似促計算部

阿田物判定部

[図 1]

(図2)

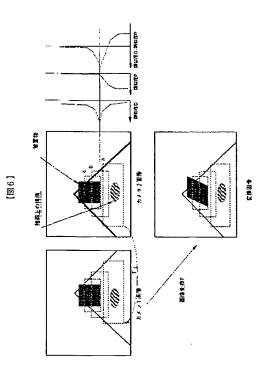
図3]

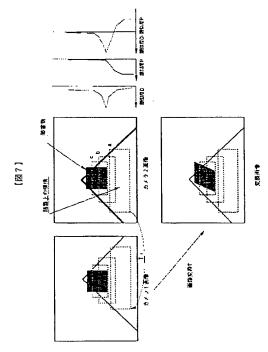


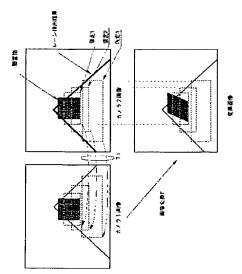
3

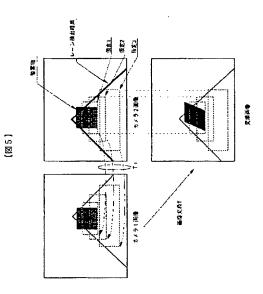
特開2002-352225

[図4]







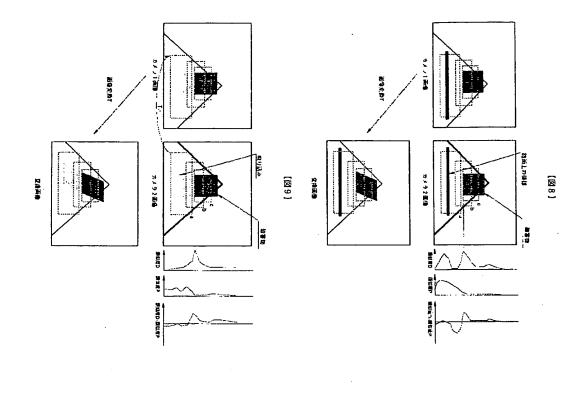


(13)

Fターム(参考) 58057 AA16 BA11 CA12 CA16 CB13 CB20 DA06 DA11 DA17 DC38 5H180 AA01 CC04 LL01 LL02 LL04 LL06 LL09

5L096 AA09 BA04 CA05 DA05 FA70 GA08 GA30 HA01 JA03 JA16 LA01

(72) 発明者 小野口 一則 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 体 式会社東芝研究開発センター内 レロントページの袋や



•			